

Использование различных методов диагностики для получения данных о концентрации кислорода в тонких пленках субоксида кремния

Меркулова Ирина Евгеньевна

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Баранов Евгений Александрович, к.ф.-м.н.

merkulova.ie@gmail.com

В последнее время пленки аморфного субоксида кремния (α - $\text{SiO}_x\text{:H}$) находят широкое применение. Они активно используются в тонкопленочных солнечных элементах в качестве основного светопоглощающего слоя. Также пленки α - $\text{SiO}_x\text{:H}$ применяются при создании активных матриц ТПТ в микроэлектронике. В этих областях важную роль играет концентрация кислорода в пленках, так как ее показатель влияет на свойства пленок. Благодаря усовершенствованию методов диагностики, стало возможным получать более детальную информацию о структуре и составе тонких пленок субоксида кремния, определяющих свойства данных пленок. Таким образом, актуальность данного исследования не подвергается сомнению.

Синтез тонких пленок α - $\text{SiO}_x\text{:H}$, исследованных в данной работе, осуществлялся методом газоструйного химического осаждения с активацией электронно-пучковой плазмой. Рабочий газ (смесь моносилана SiH_4 с аргоном) из газового источника расширяется через сопло в вакуумную камеру. При расширении газа образуется свободная сверхзвуковая струя низкой плотности. Струя активируется электронным пучком, образуя электронно-пучковую плазму. В этой плазме происходит ионизация, диссоциация и возбуждение внутренних степеней свободы молекул и радикалов. Активированные частицы из области плазмы движутся вниз по потоку к подложке, на которой синтезируется пленка кремния. В процессе синтеза в рабочем газе изменялся расход моносилана при постоянном расходе аргона. Увеличение расхода моносилана приводило к увеличению скорости роста и уменьшению концентрации кислорода в пленках.

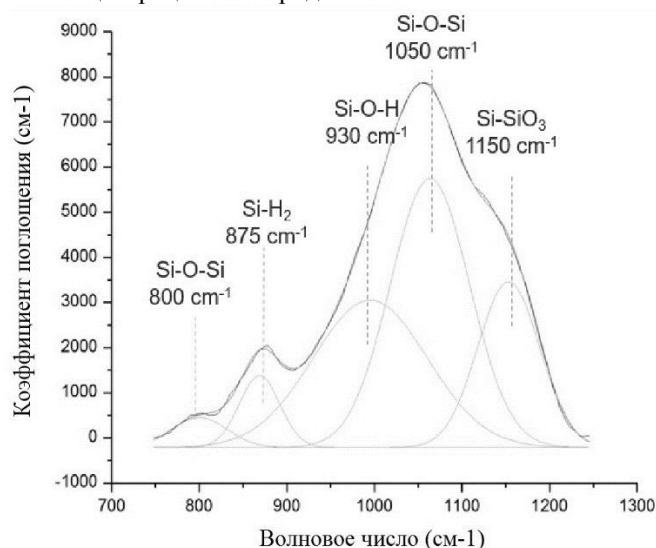


рис.1. Пример разложения коэффициента поглощения на гауссианы.

Для определения концентрации кислорода в пленках использовались следующие методы: спектроскопия в ИК-диапазоне (FTIR), спектроскопия резерфордского обратного рассеяния (RBS) и дисперсионная рентгеновская спектроскопия по длине волны (WDX).

Спектры FTIR содержат информацию о составе вещества, т.к. индивидуальны для различных химических соединений и атомных группировок. Начальные данные представляют собой спектры зависимости оптической плотности от волнового числа. В процессе обработки сперва получают спектр пропускания образца, а затем зависимость коэффициента поглощения пленки от частоты. После разложения спектра на гауссианы, используя пиковую площадь моды растяжения группы Si-O-Si на частоте 940-1075 cm^{-1} , определяют концентрацию кислорода в образце (рис.1).

В спектроскопии резерфордского обратного рассеяния пучок легких ионов (H^+ , He^+) сталкивается с мишенью и при этом рассматривается число и энергия частиц, рассеявшихся на определенный угол $\Theta > 90^\circ$. Из-за зависимости энергии от массы рассеиваемых атомов, спектр представляет собой набор пиков, соответствующих содержащимся элементам. Используя площадь пика для интересующего элемента, можно получить информацию о содержании его в образце.

Метод WDS основан на изучении рентгеновских лучей, рассеянных при взаимодействии с поверхностными атомами вещества. При попадании рентгеновского излучения на поверхность исследуемого образца, под фиксированным углом отражается единственная длина волны, удовлетворяющая Брэгговскому закону. Методика базируется на анализе пиков в полученном рентгеновском спектре, соответствующих каждому элементу, по расположению и интенсивности.

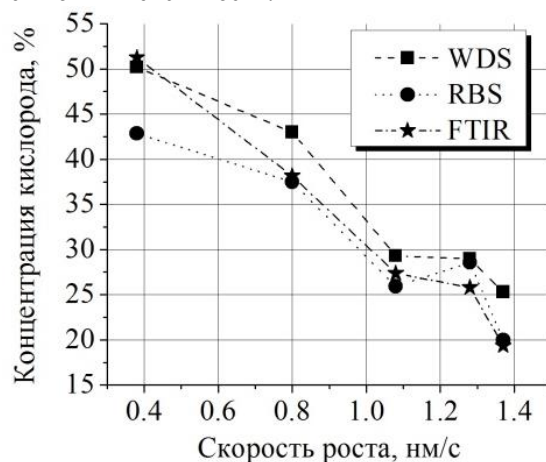


рис.2. Зависимость концентрации кислорода от скорости роста пленок.

На графике можно увидеть, что данные, полученные вышеуказанными методами, хорошо согласуются между собой (рис.2).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-08-08334-а.

Микроструктура и микротвердость ультрамелкозернистого никеля, подвергнутого ультразвуковой обработке

Мухаметгалина Айгуль Ахтамовна¹

Самигуллина Асия Айратовна², Загидуллина Юлия Расимовна¹

¹*Баширский государственный университет*

²*Институт проблем сверхпластичности металлов РАН*

Назаров Айрат Ахметович, д.ф.-м.н.

aigul.muxa@yandex.ru

Известно, что ультрамелкозернистые (УМЗ) и наноструктурные материалы, полученные методами интенсивной пластической деформации (ИПД), обладают высокими прочностными характеристиками. Однако для их структуры характерны значительные внутренние напряжения, микроискажения решетки, высокая плотность дислокаций, что приводит к снижению пластичности, термической стабильности микроструктуры и механических свойств [1, 2]. Поэтому в настоящее время все большее внимание уделяется изучению влияния различных способов физического воздействия на структуру УМЗ и наноструктурных материалов с целью улучшения их механических свойств. Одним из таких способов является ультразвуковая обработка (УЗО).

Интерес исследователей к УЗО как к одному из перспективных методов обработки УМЗ металлов связан с тем, что высокочастотные механические колебания воздействуют на дефектную структуру материала, способствуя перемещению, взаимодействию и аннигиляции дислокаций [3-5], стимулируя процессы полигонизации и возврата, что способствует усовершенствованию микроструктуры [5, 6]. Такое воздействие ультразвуковых колебаний приводит к ускорению процесса релаксации остаточных напряжений в материалах.

Ранее в работе [7] было показано снижение внутренних напряжений в никеле, подвергнутом кручению под высоким давлением (КГД), а также увеличение термической стабильности его структуры в результате УЗО. В работах [8, 9] изучали зависимость механических свойств никеля, подвергнутого равноканальному угловому прессованию, от амплитуды ультразвука. Было показано, что эта зависимость является немонотонной, и существует амплитуда ультразвука, при которой все свойства достигают максимума. Однако еще остаются открытыми вопросы о механизмах воздействия ультразвука на структуру УМЗ материалов, а также зависимости их свойств от различных параметров ультразвуковой обработки.

В настоящей работе было проведено исследование влияния УЗО с различными амплитудами осциллирующих напряжений сжатия-растяжения на микроструктуру и микротвердость никеля с УМЗ